

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-243972

(43)Date of publication of application : 28.08.2002

(51)Int.Cl.

G02B 6/255
G02B 6/20

(21)Application number : 2001-041765

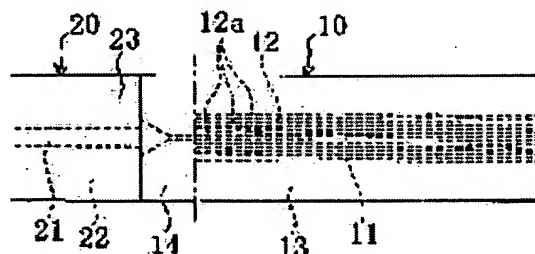
(71)Applicant : MITSUBISHI CABLE IND LTD
NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 19.02.2001

(72)Inventor : KOYANAGI SHIGEKI
TANAKA MASATOSHI
YAMATORI SHINYA
NAKAZAWA MASATAKA
KUBOTA HIROKAZU
KAWANISHI SATOKI**(54) METHOD FOR SPLICING PHOTONIC CRYSTAL FIBER, ITS SPLICING STRUCTURE, AND PHOTONIC CRYSTAL FIBER****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for splicing a photonic crystal fiber whose core is formed of a material having a refractive index higher than that of a cladding material to an optical fiber to be spliced at a low splice loss.

SOLUTION: In the method for splicing a photonic crystal fiber 10 which is equipped with a solid core 11 at the center of the fiber and a cladding material 12 which has a large number of narrow pores 12a provided so as to cover the core 11 and extended along the core 11, and in which the core 11 is formed of material having refractive index higher than that of the cladding material 12, to an optical fiber to be spliced 20, the sealing of the narrow pores 12a of the cladding material 12 in a splice end 14 is performed to the splice end 14 of the photonic crystal fiber 10.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

27.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-243972

(P2002-243972A)

(43) 公開日 平成14年8月28日 (2002.8.28)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームコード (参考)

G 0 2 B 6/255
6/20

G 0 2 B 6/20
6/24

Z 2 H 0 3 6
3 0 1 2 H 0 5 0

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-41765(P2001-41765)

(22) 出願日 平成13年2月19日 (2001.2.19)

(71) 出願人 000003263

三菱電線工業株式会社

兵庫県尼崎市東向島西之町8番地

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 小柳 繁樹

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 100077931

弁理士 前田 弘 (外7名)

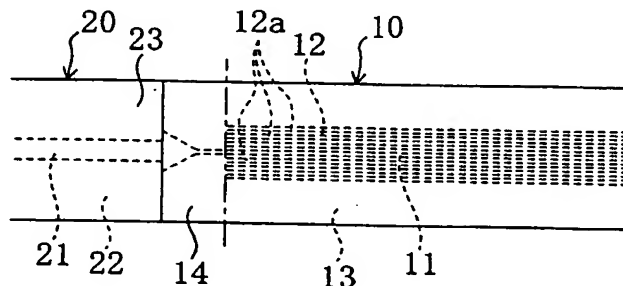
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォトニッククリスタルファイバの接続方法及びその接続構造体並びにフォトニッククリスタルファイバ

(57) 【要約】

【課題】 コアがクラッドよりも屈折率の高い材料で形成されたフォトニッククリスタルファイバについて、それを被接続光ファイバに低接続損失で接続する方法を提供する。

【解決手段】 ファイバ中心をなす中実のコア11と、そのコア11を覆うように設けられコア11に沿って延びる多数の細孔12aを有するクラッド12とを備え、コア11がクラッド12よりも屈折率の高い材料で形成されたフォトニッククリスタルファイバ10を、被接続光ファイバ20に接続する方法において、フォトニッククリスタルファイバ10の接続端部14に対し、その接続端部14におけるクラッド12の細孔12aを封止する処理を施す。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ファイバ中心をなす中実のコアと、該コアを覆うように設けられ該コアに沿って延びる多数の細孔を有するクラッドとを備え、該コアが該クラッドよりも屈折率の高い材料で形成されたフォトニッククリスタルファイバを、被接続光ファイバに接続する方法であって、

上記フォトニッククリスタルファイバの接続端部に対し、該接続端部における上記クラッドの細孔を封止する処理を施すことを特徴とするフォトニッククリスタルファイバの接続方法。

【請求項2】 上記フォトニッククリスタルファイバの上記被接続光ファイバへの接続は融着により行うことを特徴とする請求項1に記載のフォトニッククリスタルファイバの接続方法。

【請求項3】 上記フォトニッククリスタルファイバの接続端部に対し、上記コアにドープされた屈折率を高めるためのドーパントを上記細孔が封止されたクラッドに拡散させる加熱処理を施すことを特徴とする請求項1又は2に記載のフォトニッククリスタルファイバの接続方法。

【請求項4】 上記フォトニッククリスタルファイバの接続端部に対して上記クラッドの細孔を封止する処理を施すことにより、該フォトニッククリスタルファイバの接続端部におけるコア位置を側面視において視認可能とし、

上記側面視において視認可能となったフォトニッククリスタルファイバの接続端部におけるコア位置に基づいて、該フォトニッククリスタルファイバのコアと上記被接続光ファイバのコアとの位置合わせを行った後、それらを接続することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のフォトニッククリスタルファイバの接続方法。

【請求項5】 ファイバ中心をなす中実のコアと、該コアを覆うように設けられ該コアに沿って延びる多数の細孔を有するクラッドとを備え、該コアが該クラッドよりも屈折率の高い材料で形成されたフォトニッククリスタルファイバを、被接続光ファイバに接続したフォトニッククリスタルファイバの接続構造体であって、

上記フォトニッククリスタルファイバは、その接続端部における上記クラッドの細孔が封止されていることを特徴とするフォトニッククリスタルファイバの接続構造体。

【請求項6】 上記フォトニッククリスタルファイバは、上記コアに屈折率を高めるためのドーパントがドープされており、上記接続端部における該コアにドープされたドーパントが上記細孔が封止されたクラッドに拡散していることを特徴とする請求項5に記載のフォトニッククリスタルファイバの接続構造体。

【請求項7】 ファイバ中心をなす中実のコアと、該コ

アを覆うように設けられ該コアに沿って延びる多数の細孔を有するクラッドとを備え、該コアが該クラッドよりも屈折率の高い材料で形成されたフォトニッククリスタルファイバであって、

少なくとも一方の端部における上記クラッドの細孔が封止されていることを特徴とするフォトニッククリスタルファイバ。

【請求項8】 上記コアに屈折率を高めるためのドーパントがドープされており、上記端部における該コアにドープされたドーパントが上記細孔が封止されたクラッドに拡散していることを特徴とする請求項7に記載のフォトニッククリスタルファイバ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、コアがクラッドよりも屈折率の高い材料で形成されたフォトニッククリスタルファイバ（以下「PCファイバ」と称する。）の接続方法及びその接続構造体並びにその接続構造体を形成するPCファイバに関する。

【0002】

【従来の技術】 中実コア及び中実クラッドからなる光ファイバは、光を伝搬する媒体として非常によく知られている。また、近年、大きな波長分散を発現する光ファイバとして、PCファイバが注目を集めつつある。このPCファイバは、ファイバ中心を長手方向に延びる中実又は中空のコアと、そのコアを覆うように設けられそのコアに沿って延びる多数の細孔を有するクラッドとを備えており、このクラッドが二次元的に屈折率が周期的に変動したフォトニッククリスタル構造を構成するものである。

【0003】 ところで、かかるPCファイバを他の光ファイバに接続する場合、中実コア及び中実クラッドからなる一般的な光ファイバ同士を接続する場合に比べて非常に大きな接続損失を生じることが確認されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本出願の課題は、コアがクラッドよりも屈折率の高い材料で形成されたPCファイバについて、それを被接続光ファイバに低接続損失で接続する方法及びPCファイバの接続構造体並びのかかる接続構造体を形成するPCファイバを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 PCファイバは、クラッドが多数の細孔を有するためにコアよりも等価的に屈折率が低くなり、それによって全反射現象によりコアで光を伝搬するものであると共に、クラッドのフォトニッククリスタル構造による効果によってコアで光を伝搬するものでもある。従って、コア及びクラッドを共に石英（SiO₂）のみで構成したPCファイバも成立しうることとなる。そして、かかるPCファイバを被接続光フ

ファイバとの接続のためにその接続端を長時間加熱したり高温加熱したりすると、クラッドの細孔が封止されてしまい、接続端が石英塊となってそこから光が散逸し、大きな接続損失を生じてしまうこととなる。そのため、通常、PCファイバを他の被接続光ファイバに接続する場合には、クラッドの細孔が封止されることがないように加熱時間を短く且つ加熱温度を低く設定するようにしている。

【0006】しかしながら、コアがクラッドよりも屈折率の高い材料で形成されたPCファイバについては、クラッドの細孔が封止されてもコアが光の伝送路として残るため上記の如き問題を生じない。本発明者らは、この点に着目して本発明に想到したものである。

【0007】具体的には、本発明は、ファイバ中心をなす中実のコアと、該コアを覆うように設けられ該コアに沿って延びる多数の細孔を有するクラッドとを備え、該コアが該クラッドよりも屈折率の高い材料で形成されたPCファイバを、被接続光ファイバに接続する方法であって、上記PCファイバの接続端部に対し、該接続端部における上記クラッドの細孔を封止する処理を施すことを特徴とする。

【0008】上記の接続方法によれば、PCファイバの接続端部におけるクラッドの細孔が封止されるものの光の伝送路としてのコアは残り、それによって接続端部が中実コア及び中実クラッドからなる被接続光ファイバと同一構成に形成されることとなるので、接続端部のクラッドが細孔を有する場合に比べて接続損失が大きく低減されることとなる。

【0009】また、接続端部の細孔が封止されてコアとクラッドとの屈折率差が小さくなることによって接続端部のモードフィールド径（以下「MFD」と称する）が大きくなるので、MFDの差が大きい被接続光ファイバと接続する場合でも、接続部ではそれらのMFDの差が小さくなることから、放射により散逸する光が少なくなり、接続損失が低く抑えられることとなる。

【0010】そして、以上のような接続方法により、PCファイバを被接続光ファイバに接続したPCファイバの接続構造体であって、PCファイバの接続端部におけるクラッドの細孔が封止されたものが構成されることとなる。

【0011】また、かかる接続構造体は、少なくとも一方の端部におけるクラッドの細孔が封止されているPCファイバを用いて形成することができる。

【0012】ここで、PCファイバは、ファイバ中心をなす中実のコアと、そのコアを覆うように設けられコアに沿って延びる多数の細孔を有するクラッドとを備え、コアがクラッドよりも屈折率の高い材料で形成されたものであれば特に限定されるものではなく、例えば、コアがゲルマニウム(Ge)、エルビウム(Er)、イッテルビウム(Yb)、ネオジム(Nd)、リン(P)、ア

ルミニウム(Al)等をドープした石英(SiO_2)で形成される一方、クラッドが純粋な石英(SiO_2)で形成されたものを挙げることができる。

【0013】PCファイバと接続される被接続光ファイバは、特に限定されるものではなく、1.3 μm 零分散波長ファイバ(ITU規格のG.652)、1.55 μm 分散シフトファイバ(ITU規格のG.653)、ノンゼロ分散シフトファイバ、分散補償ファイバ、希土類元素ドープファイバ、偏波面保存ファイバ等のコアとそのコアを覆うように設けられた中実のクラッドとを備えた光ファイバの他、PCファイバであってもよい。

【0014】接続端部におけるクラッドの細孔を封止する処理は、特に限定されるものではないが、接続端部を加熱熔融することが最も容易な方法である。また、この細孔を封止する処理は、PCファイバと被接続光ファイバとを接続一体化する前に行っても、また、接続一体化を図りながら行っても、さらに、接続一体化させた後に行ってもいずれでもよい。

【0015】PCファイバの被接続光ファイバへの接続は、コネクタを用いて両ファイバの接続端を突き合わせて接続するようにしても、また、両ファイバの接続端を融着により接続するようにしてもよい。ここで、融着による場合、従来のようにクラッドの細孔が封止されないような加熱時間及び加熱温度の設定が不要となるため、接続作業の容易化が図られることとなる。また、接続端部を十分に加熱して接続させることができるので、従来のように加熱時間を短く且つ加熱温度を低く設定して融着した場合に比べて接続部の機械強度が高いものとなる。

【0016】また、PCファイバの接続端部に、コアにドープされた屈折率を高めるためのドーパントを細孔が封止されたクラッドに拡散させる加熱処理を施すようにしてもよい。このようにすれば、PCファイバの接続端部のMFDが拡大することとなるので、MFDの差が大きい被接続光ファイバと接続する場合における上記接続損失抑制効果が確実に得られることとなる。また、この加熱処理は、PCファイバと被接続光ファイバとを接続一体化する前に行っても、また、接続一体化を図りながら行っても、さらに、接続一体化させた後に行ってもいずれでもよい。

【0017】ところで、PCファイバを被接続光ファイバに接続する場合、図9に示すように、市販の融着接続機を用いてクラッド位置を一致させる方法を採用すれば、全自動でしかも短時間で両ファイバ10a、20aの接続を行うことができる(クラッド位置合わせ法)。しかしながら、この方法では、コア11aの位置が偏芯しているPCファイバ10aでは接続部で両ファイバ10a、20aのコア位置が合わずに接続損失が大きくなってしまふこととなる。従って、中実コア及び中実クラッドからなる光ファイバ同士を接続するときと同様に、コア位

置をファイバ側面から確認しつつ接続を行うことが望まれるが、コアがクラッドよりも屈折率の高い材料で形成されているPCファイバであっても、クラッドに細孔が設けられているためにファイバ側面からコア位置を確認することはできない。これに対し、図10に示すように、PCファイバ10aの接続端部14aとは逆側の端部から光を入射する一方、被接続光ファイバ20aの接続端部23aとは逆側の端部からそれを出射させるようにし、出射光のパワーが最大となるようにコア位置を合わせるようにして両ファイバ10a、20aを接続する方法もある（パワーモニタ法）。しかしながら、この方法では、ファイバ接続装置の他に光源や受光機といった設備が必要となる。そこで、PCファイバの接続端部に対してクラッドの細孔を封止する処理を行うことにより、クラッドを透明にしてファイバ側面からコア位置を確認できるようにし、そのファイバ側面視において視認可能となったPCファイバの接続端部のコア位置に基づいて、PCファイバのコアと被接続光ファイバのコアとの位置合わせを行った後、それらを接続するようにすれば、中実コア及び中実クラッドからなる光ファイバ同士を接続するときと同様の方法及び装置を用いて両ファイバの接続を行うことができることとなる。

【0018】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、PCファイバの接続端部におけるクラッドの多数の細孔が封止されるものの光の伝送路としてのコアは残り、それによって接続端部が中実コア及び中実クラッドからなる光ファイバと同一構成に形成されることとなるので、接続端部のクラッドが細孔を有する場合に比べて接続損失を大きく低減させることができる。

【0019】また、接続端部の細孔が封止されてコアとクラッドとの屈折率差が小さくなることによって接続端部のMFDが大きくなるので、MFDの差が大きい被接続光ファイバと接続する場合でも、接続部ではそれらのMFDの差が小さくなることから、放射により散逸する光が少なくなり、接続損失を低く抑えることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態に係るPCファイバの接続方法を図面に基づいて詳細に説明する。

【0021】（実施形態1）

＜各ファイバの構成＞図1は、PCファイバ10を示す。このPCファイバ10は、ファイバ中心を長手方向に延びる中実のコア11と、そのコア11を覆うように設けられコア11に沿って延びる多数の細孔12a、12a、…を有するクラッド12と、そのクラッド12を覆うように設けられた被覆部13とを備えている。コア11はゲルマニウム（Ge）がドーブされた石英（SiO₂）で形成され、クラッド12及び被覆部13は純粋な石英（SiO₂）で形成されている。そして、このク

ラッド12が二次元的に屈折率が周期的に変動したフォトニッククリスタル構造を構成し、信号光は、そのフォトニッククリスタル構造で囲われたコア11に閉じこめられて伝搬されることとなる。

【0022】図2は、被接続側の被接続光ファイバ20を示す。この被接続光ファイバ20は、ファイバ中心を長手方向に延びるゲルマニウム（Ge）がドーブされた石英（SiO₂）製のコア21と、そのコア21を覆うように設けられた石英（SiO₂）製のクラッド22とを備えている。そして、信号光は、屈折率の高いコア21に閉じこめられて伝搬されることとなる。

【0023】＜ファイバの接続方法＞まず、PCファイバ10の接続端部14を加熱処理することによりクラッド12の細孔12a、12a、…を封止する。このとき、接続端面は、図3（a）に示すようにコア11、クラッド12及び被覆部13よりなる形態から図3（b）に示すようにコア11及び細孔が封止されたクラッド12と被覆部13とにより形成された封止部15よりなる形態に変化する。また、接続端部14ではクラッド12の細孔12a、12a、…が封止されるためクラッド12が透明となってファイバ側面からコア11を確認できるようになる。このように接続端部14におけるクラッド12の細孔12a、12a、…が封止されているPCファイバ10は、後述のPCファイバ10の接続構造体を形成する部材となるものである。

【0024】次に、PCファイバ10の接続端部14を追加加熱する。これによって、図3（c）に示すように、コア11にドーブされたゲルマニウムが細孔12a、12a、…が封止されたクラッド12と被覆部13とによって形成された封止部15に拡散してMFDが拡大することとなる。

【0025】そして、中実コア及び中実クラッドからなる光ファイバ同士を接続一体化させるときと同様の方法及び装置を用い、PCファイバ10の接続端部14の側面視において臨むコア位置に基づいて、PCファイバ10のコア11と被接続光ファイバ20のコア21との位置合わせを行い、両ファイバ10、20を融着により接続一体化させる。

【0026】以上のようにして、図4に示すように、PCファイバ10を被接続光ファイバ20に接続したPCファイバ10の接続構造体であって、PCファイバ10の接続端部14におけるクラッド12の細孔12a、12a、…が封止されたものが構成されることとなる。

【0027】＜作用・効果＞上記のPCファイバ10の接続方法によれば、PCファイバ10の接続端部14におけるクラッド12の細孔12a、12a、…が封止されるものの光の伝送路としてのコア11は残り、それによって接続端部14が中実コア及び中実クラッドからなる光ファイバと同一構成に形成されることとなるので、接続端部のクラッドが細孔を有したまま接続する場合に比

べて接続損失が大きく低減されることとなる。

【0028】また、接続端子14におけるクラッド12の細孔12a、12a、…が封止されてコア11とクラッド12との屈折率差が小さくなることによって接続端子14のMFDが大きくなり、さらに、PCファイバの接続端子を追加加熱してコア11にドープされたゲルマニウムを封止部15に拡散させているので、MFDの差が大きい被接続光ファイバ20と接続する場合でも、接続部ではそれらのMFDの差が小さくなることから、放射により散逸する光が少なくなり、接続損失が低く抑えられることとなる。

【0029】さらに、融着により両ファイバ10、20の接続を行っているものの、従来のようにクラッドの細孔が封止されないように加熱時間及び加熱温度を設定することが不要となるため、接続作業の容易化が図られることとなる。加えて、接続端子14を十分に加熱して接続させることができるので、従来のように加熱時間を短く且つ加熱温度を低く設定して融着した場合に比べて接続部の機械強度が高いものとなる。

【0030】そして、PCファイバ10の接続端子14におけるクラッド12の細孔12a、12a、…を封止する加熱処理を被接続光ファイバ20と接続一体化させる前に行い、それによってクラッド12を透明にしてファイバ側面からコア位置を確認できるようにし、PCファイバ10の接続端子14の側面視において視認可能となったコア位置に基づいて、PCファイバ10のコア11と被接続光ファイバ20のコア21との位置合わせを行うようにしているので、中実コア及び中実クラッドからなる光ファイバ同士を接続するときと同様の方法及び装置を用いることで両ファイバ10、20の接続が容易に行われることとなる。

【0031】（実施形態2）実施形態2の各ファイバの構成及び作用・効果は実施形態1と同一である。

【0032】＜ファイバの接続方法＞まず、PCファイバの接続端子及び被接続光ファイバの接続端子を加熱して両ファイバを融着により接続一体化させる。このとき、PCファイバのクラッドの細孔が封止されないように加熱時間を短く且つ加熱温度を低く設定する。

【0033】次に、両ファイバの接続端子を追加加熱する。このとき、PCファイバの接続端子におけるクラッドの細孔が封止されると共に、コアにドープされたゲルマニウムが細孔が封止されることによって形成された封止部に拡散してMFDが拡大することとなる。なお、被接続光ファイバの接続端子も加熱されることとなるので、被接続光ファイバ側のMFDも拡大することとなる。

【0034】以上のようにして、図5に示すように、PCファイバ10を被接続光ファイバ20に接続したPCファイバ10の接続構造体であって、PCファイバ10の接続端子14におけるクラッド12の細孔12a、1

2a、…が封止されたものが構成されることとなる。

【0035】（その他の実施形態）上記実施形態1及び2では、コア11にゲルマニウム（Ge）をドープしたPCファイバを用いたが、特にこれに限定されるものではなく、その他にエルビウム（Er）、イッテルビウム（Yb）、ネオジム（Nd）、リン（P）、アルミニウム（Al）等をドープしたものであってもよい。

【0036】また、被接続光ファイバ20は、特に限定されるものではなく、1.3μm零分散波長ファイバ（ITU規格のG.652）、1.55μm分散シフトファイバ（ITU規格のG.653）、ノンゼロ分散シフトファイバ、分散補償ファイバ、希土類元素ドープファイバ、偏波面保存ファイバ等の他、PCファイバであってもよい。

【0037】また、上記実施形態1では、PCファイバ10を被接続光ファイバ20に接続一体化する前に、コア11のゲルマニウムを封止部15に拡散させる加熱処理を行ったが、特にこれに限定されるものではなく、PCファイバ10と被接続光ファイバ20とを接続一体化させながら又は接続一体化させた後にこの加熱処理を行うようにしてもよい。

【0038】また、実施形態1では、PCファイバの被接続光ファイバへの接続を融着により行ったが、特にこれに限定されるものではなく、コネクタを用いて両ファイバの接続端を突き合わせるようにして接続してもよい。

【0039】

【実施例】（実験1）PCファイバにシングルモードの被接続光ファイバを接続して構成されたPCファイバの接続構造体の接続損失を測定する実験を行った。

【0040】＜実験方法＞ファイバ外径100μm、クラッドの細孔の直径1.28μm、細孔が形成する三角格子のピッチ2.16μm、MFD3μmであって、コアがゲルマニウム（Ge）をドープした石英（SiO₂）で形成されると共にクラッドが純粋な石英（SiO₂）で形成され、且つコアの屈折率がクラッドの屈折率よりも1.1%高い構成のPCファイバ（図6参照）と、MFD10.8μmのシングルモードの被接続光ファイバ（ITU規格のG.652）とを5本ずつ準備した。

【0041】まず、PCファイバのクラッドの細孔が封止されないように加熱時間を短く且つ加熱温度を低く設定して、PCファイバと被接続光ファイバとを融着により接続した。

【0042】次に、このPCファイバの接続構造体に、PCファイバ側から被接続光ファイバ側に向かって波長1.55μmの光を伝送させて接続損失を測定した。

【0043】続いて、このPCファイバの接続構造体の接続端子を再度加熱してPCファイバの接続端子の細孔を封止した。このとき、細孔が封止されたか否かは、フ

ファイバ側面から接続端部を観察して、クラッドが透明になっているか否かによって判断した。

【0044】そして、接続部を再度加熱してクラッドの細孔を封止したPCファイバの接続構造体に、PCファイバ側から被接続光ファイバ側に向かって波長1.55*

* μm の光を伝送させて接続損失を測定した。

【0045】この実験を5回実施した。

【0046】＜実験結果＞

【0047】

【表1】

	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
細孔未封止(dB)	6.26	6.49	6.32	6.37	5.98
細孔封止(dB)	1.66	1.45	1.31	1.09	1.12

【0048】実験結果を表1に示す。

【0049】同表によれば、PCファイバの接続端部の細孔を封止した方が接続損失が小さいことが分かる。これは、細孔を封止していないPCファイバの接続端部は放射による光の散逸が多くなる構造となっているものと考えられ、そのために大きな接続損失を生じたものと考えられる。これに対し、細孔を封止したPCファイバの接続端部は中実コア及び中実クラッドからなる光ファイバと同一構成となるため、中実コア及び中実クラッドからなる光ファイバ同士を接続した際の接続損失と同水準の接続損失になっているものと考えられる。

【0050】なお、本実験に追加して被接続ファイバ側からPCファイバ側に向かって波長1.55 μm の光を伝送させて接続損失を測定する実験を行ったところ、測定された接続損失値は異なるものの、この場合もPCファイバの接続端部におけるクラッドの細孔を封止することにより接続損失が低減されることが確認された。

【0051】（実験2）

＜実験方法＞実験1で用いたPCファイバの接続端部の加熱前後におけるファイバ断面を走査型電子顕微鏡で観察した。

【0052】＜実験結果＞図7及び8は、PCファイバの接続端部の加熱前後におけるファイバ断面の顕微鏡観察写真をそれぞれ示す。

【0053】加熱前の図7では、コア、クラッド及び被覆部のそれぞれの構造が明確に識別することができる。一方、加熱後の図8では、細孔が封止されたクラッドと被覆部とが一体となっているものの、ファイバ中心にコアが残っているのが確認できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1及び2におけるフォトニッ

ククリスタルファイバの斜視図である。

10 【図2】本発明の実施形態1及び2における被接続光ファイバの斜視図である。

【図3】本発明の実施形態1におけるフォトニッククリスタルファイバの接続端面の正面図である。

【図4】本発明の実施形態1におけるフォトニッククリスタルファイバの接続構造体の側面図である。

【図5】本発明の実施形態2におけるフォトニッククリスタルファイバの接続構造体の側面図である。

【図6】実験1で用いたフォトニッククリスタルファイバの構成を示す説明図である。

20 【図7】実験2におけるフォトニッククリスタルファイバの接続端部の加熱前における端面の顕微鏡観察写真である。

【図8】実験2におけるフォトニッククリスタルファイバの接続端部の加熱後における端面の顕微鏡観察写真である。

【図9】クラッド位置合わせ法の説明図である。

【図10】パワーモニタ法の説明図である。

【符号の説明】

10, 10a フォトニッククリスタルファイバ(PCファイバ)

11, 11a, 21, 21a コア

12, 22 クラッド

12a 細孔

13 被覆部

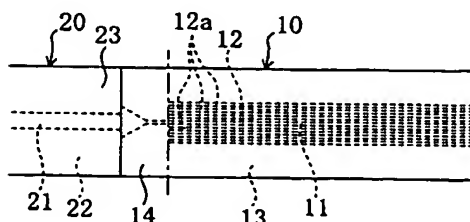
14, 14a フォトニッククリスタルファイバ接続端部

15 封止部

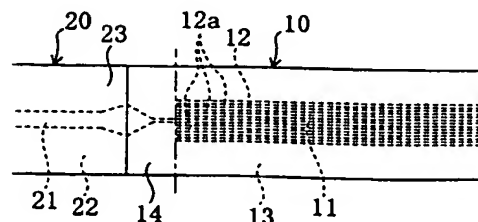
20, 20a 被接続光ファイバ

23, 23a 被接続光ファイバ接続端部

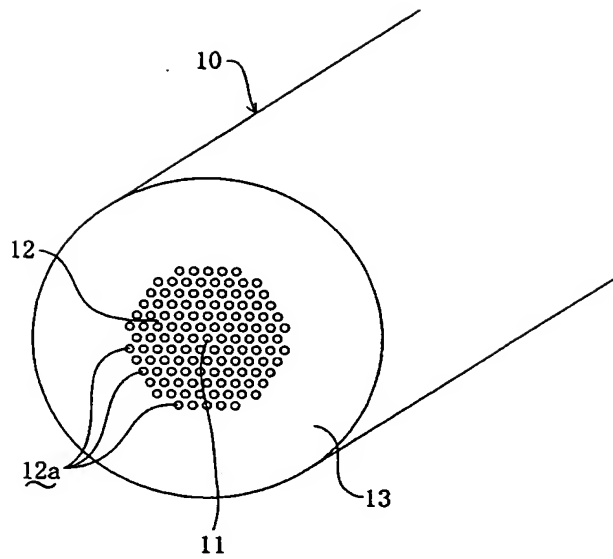
【図4】



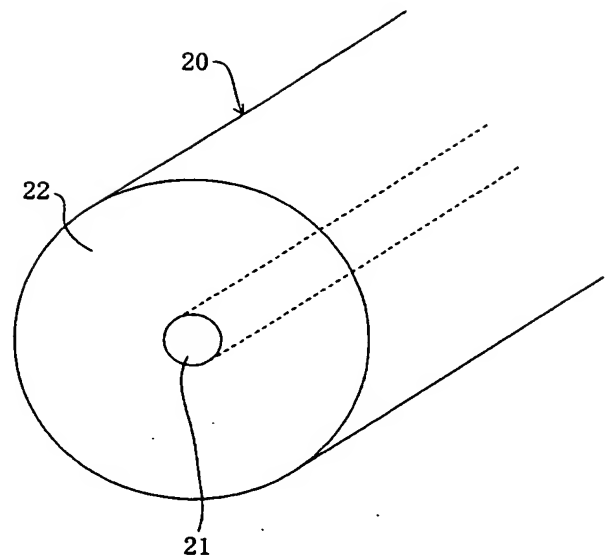
【図5】



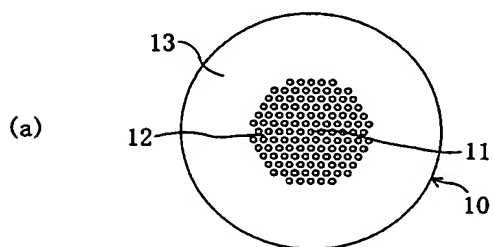
【図1】



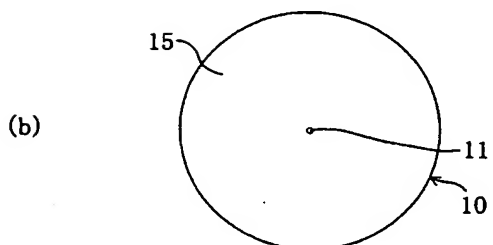
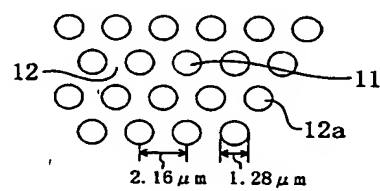
【図2】



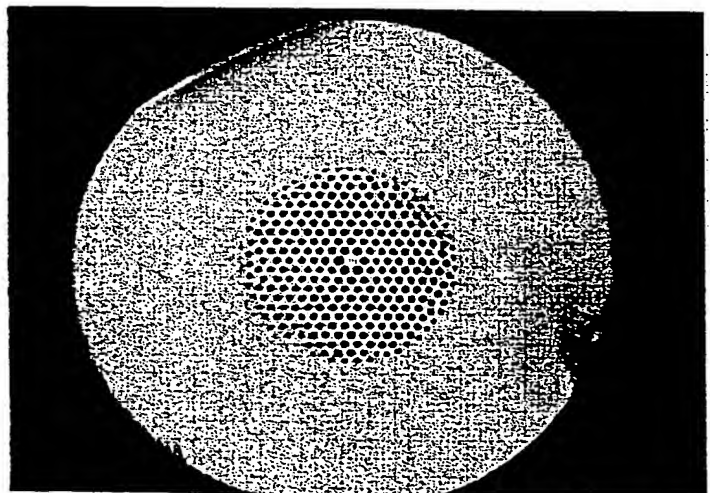
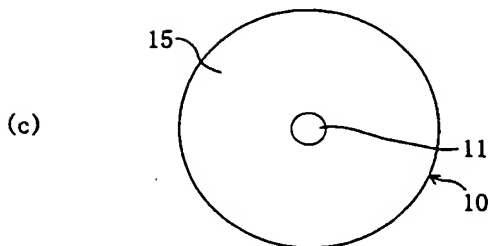
【図3】



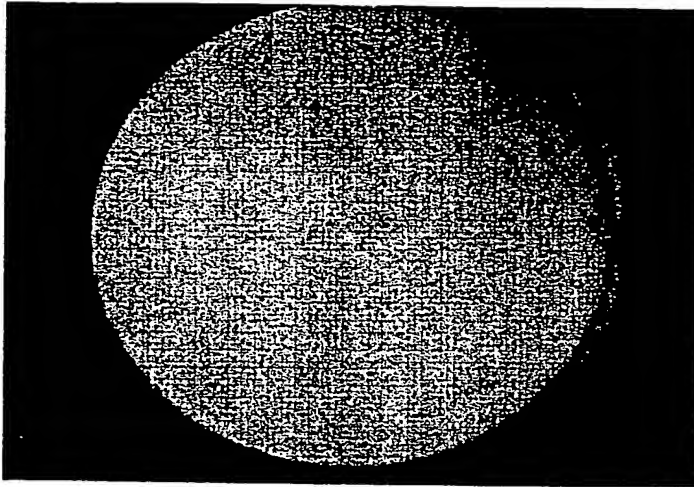
【図6】



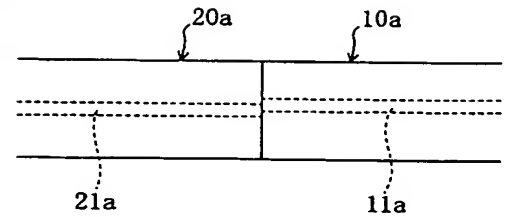
【図7】



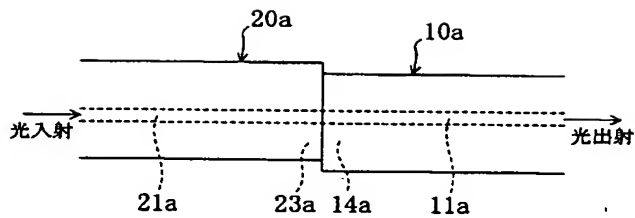
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72) 発明者 田中 正俊
兵庫県伊丹市池尻 4 丁目 3 番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 山取 真也
兵庫県伊丹市池尻 4 丁目 3 番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 中沢 正隆
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 久保田 寛和
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 川西 悟基
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内

F ターム (参考) 2H036 JA00 MA14 NA09
2H050 AB04Y AB05X AB07X AB08X
AB18X AC62 AC86